



FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA
DE POPAYÁN

PROGRAMA DE ECOLOGÍA

ACTA DE EVALUACIÓN INTEGRAL DE PROYECTO DE GRADO

En Popayán a los 20 días del mes de Abril de 2023, se reunió en esta Sede el Jurado Evaluador, integrado por: **Julieth Alexandra Chacón y Mónica Zambrano**, para evaluar al estudiante de Ecología:

YULIETH ANDREA TENORIO HURTADO

Con el trabajo de grado titulado: **Evaluación cromatográfica de las prácticas agrícolas en cultivos de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) en el resguardo indígena de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.**

El jurado evaluador atendiendo a los reglamentos del programa en Ecología y considerando que el/la estudiante (s) ha demostrado suficiencia de conocimientos, capacidad analítica y deductiva, adaptación a situaciones nuevas, capacidad para la comunicación escrita y oral, aptitud para el desarrollo de investigaciones científicas y tecnológicas, le confiere la calificación de:

ACEPTADO X

REPROBADO

Para optar por el título de profesional en Ecología.

Nota: Se recomienda que el trabajo de grado sea meritorio (*Artículo 97 del acuerdo 002 del 14 de agosto de 2012*), se presentará la solicitud al comité curricular y consejo de facultad.

Julieth Chacón

Evaluador 1

Mónica Zambrano

Evaluador 2

VALORACIÓN CROMATOGRÁFICA DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN CULTIVOS
DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis L.*) EN EL RESGUARDO INDÍGENA DE MOSOCO,
MUNICIPIO DE PÁEZ, CAUCA.



FUNDACIÓN
UNIVERSITARIA DE POPAYÁN

YULIETH ANDREA TENORIO HURTADO

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AGRARIAS
PROGRAMA DE ECOLOGÍA
POPAYÁN

2022

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	5
OBJETIVOS.....	7
Objetivo general.	7
Objetivos específicos.....	7
JUSTIFICACIÓN.....	8
MARCO CONCEPTUAL.....	10
ANTECEDENTES.....	15
MARCO METODOLÓGICO	18
Matriz Marco Lógico.....	18
Área de Estudio	19
Materiales y Métodos	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES	37
AGRADECIMIENTOS.....	39
DEDICATORIA.....	40
BILIOGRAFÍA	41

INTRODUCCIÓN

El resguardo indígena de Mosoco se ubica dentro de los ecosistemas de alta montaña, los cuales tienen un alto significado ambiental y cultural, los estudios de calidad edafológica son importantes para la implementación de prácticas agrícolas adecuadas. La agricultura es una práctica ancestral y autónoma de la comunidad Nasa, sin embargo, con la frecuencia de las siembras el suelo presenta desgastes reflejados en hechos como “la baja cosecha, no germinación de semillas, caída de flores” (Plan de vida Mosoco, 2019). Las acciones tomadas frente a estos casos llevan al uso inadecuado de fertilizantes sintéticos y agroquímicos. La influencia de estas prácticas vulnera el conocimiento local de las comunidades, la diversidad productiva de la zona y la posibilidad de adquirir alimentos de buena calidad.

La siembra de romero en la zona se ha intensificado con la finalidad de transformarlo en aceite esencial, razón por la que se plantea realizar una evaluación de calidad de suelo en base a las prácticas agrícolas (tipos de abono) implementadas en los cultivos. El diagnóstico de calidad de suelos convencional se basa en un análisis físico-químico mediante la interpretación técnica calificada (Medina-Saavedra, et.al. 2018), de manera que se plantea un método integral, conocido como Cromatografía Circular de Pfeiffer (CCP), el cual pretende contribuir al entendimiento de los agricultores sobre el estado de sus suelos desde la ilustración de los componentes del cromatograma (oxígeno, minerales, proteínas y actividad microbiológica) (Restrepo & Pinheiro, 2011).

La CCP es una técnica desarrollada desde la agricultura biodinámica, basada en la impregnación de Nitrato de Plata (AgNO_3) al 0.5%, como sustancia fotorreactiva que reacciona con la preparación 5 g de muestras de suelo tamizado y solubilizadas en 150 ml de Hidróxido de Sodio (NaOH) al 1%, reposando luego de seis horas. Las muestras se ponen en contacto con el

papel filtro impregnado, separando las fracciones del extracto de suelo por capilaridad mediante un pabulo de 4cm^2 , formando así la figura cromatográfica, en donde se realiza un análisis descriptivo de las cuatro zonas del cromatograma (zona central, zona interna, zona intermedia y zona externa) y se tiene en cuenta: número, ancho y color de las diferentes zonas formadas, así como la regularidad o irregularidad de su forma (Restrepo & Pinheiro, 2011), para finalmente hacer la comparación entre tratamientos (tipo de abono), determinar la mejor práctica que se debería conservar y tener un estudio preliminar que contribuya al planteamiento de proyectos para la recuperación de suelos degradados.

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

La comunidad del resguardo indígena de Mosoco cuenta con una amplia zona de producción agrícola, reconocida por su variedad, manejo cultural y cosmovisión autónoma (Velasco, 2011). Sin embargo, la influencia de la agricultura tecnificada, ha destacado el desconocimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, como el factor problemático de las prácticas agrarias implementadas en la actualidad. Generando que la mayoría de agricultores, en su necesidad de ampliar la producción y obtener mayores ingresos, opten por el uso de diferentes agroquímicos sin respaldo técnico.

El uso inadecuado de agroquímicos en la zona se ha extendido a un amplio grupo de plantaciones del Tul¹, de acuerdo con Cycoñ y colaboradores en 2010, esta práctica genera el cambio de las características fisicoquímicas del suelo y afecta especialmente la diversidad microbiológica del mismo. Las disrupciones en el relacionamiento de los espacios de cultivo y su manejo tradicional, además de los procesos de dependencia que conlleva su uso recurrente, corresponden a una estrategia de grandes empresas transnacionales para el control de los mercados a escala global (Romero, 2014).

Los análisis físicos, químicos y microbiológicos de laboratorios de suelos, llevan implícita la dependencia epistemológica en la realización y lectura de los resultados. Los elevados costos, la dependencia técnica e interpretativa reducen el conocimiento edafológico a simplemente aplicar recetas que el experto dictamina (Domingues et.al, 2018). La carente visión integral de la mayoría de estudios convencionales edáficos y la forma aislada de análisis no son accesibles para la

¹ Término en idioma Nasayuwe de los indígenas Nasa, referente al lugar de siembra familiar, combinada, sin orden y crianza de animales domésticos (aves y porcinos). Está a cargo de la mujer y los niños, pues desde la tradición Nasa se asocia el tul con la mujer por su capacidad de cuidar el cuerpo de los integrantes de la familia.

comunidad, indicando así la necesidad de buscar nuevas alternativas de estudio (Kokornacyk, et.al. 2016).

OBJETIVOS

Objetivo general.

Valorar el efecto de las prácticas agrícolas mediante la cromatografía circular de Pfeiffer (CCP) en el manejo de suelos de cultivos de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) en el resguardo indígena de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.

Objetivos específicos.

- Identificar el manejo actual de los suelos en cultivos de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) mediante el análisis participativo en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.
- Analizar la composición cromatográfica en los suelos de cultivos de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.
- Reconocer el efecto de las prácticas de manejo del suelo mediante el análisis participativo de cromatogramas en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.

JUSTIFICACIÓN

El suelo es uno de los componentes más importantes de los ecosistemas, al considerarse medio fundamental para el establecimiento y desarrollo de la vida (Soto, 2015). Conocer las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo en la comunidad de Mosoco, contribuyen grandes beneficios en la agricultura indígena. De acuerdo con Velasco en 2011, la tierra representa un espacio vital para las familias Nasa como principal fuente de identidad, de manera que los avances en su investigación son un aporte a la permanencia de sus prácticas. De ahí que el crecimiento de los cultivos, correspondan al reflejo de los nutrientes del suelo y sus aportes alimenticios en el estado de salud familiar y del mismo suelo (Soto, 2015).

El uso de la cromatografía circular de Pfeiffer (CCP) en el análisis edafológico, permite la posibilidad de obtener una ayuda didáctica para el agricultor en el entendimiento del estado del suelo en los cultivos de romero. Y se limita a ser una ayuda sencilla de desarrollar en concordancia con la participación comunitaria, ya que contribuye a ser un banco recopilatorio de experiencias en donde se implemente el análisis participativo, se tenga la disponibilidad de referencias bibliográficas de los diferentes cromas, se contrasten resultados, se evidencie el aprendizaje integral y se favorezca la interpretación desde el conocimiento ecológico tradicional (Nivia-Torres, 2017).

Así que llevar a cabo el estudio contribuye en la recuperación y crecimiento del conocimiento tradicional de la comunidad de Mosoco, la implementación prácticas técnicas en el cultivo de romero, el manejo con respaldo técnico de suplementos edáficos y la integración de métodos de siembra estratégicos y costumbres que caracterizan y garantizan ser autónomo, permitiendo, además, una apertura epistemológica innovadora. Teniendo en cuenta que los agricultores serán los principales intérpretes de los resultados, contrastándolos con el manejo dado

a sus predios, se propondrán mejoras en las prácticas agrícolas, priorizando la conservación de la identidad, para mantener la armonía y el bienestar de la comunidad.

MARCO CONCEPTUAL

El suelo.

El suelo ha sido definido a lo largo del tiempo de acuerdo a los intereses de diferentes disciplinas u oficios; es un sitio para ubicar semillas para un agricultor, una formación terrosa que cubre una estructura rocosa según un geólogo, el lugar que sirve como soporte de una estructura para un constructor... En la ecología el suelo se define como un componente físico de un ecosistema que se quiere estudiar (Jaramillo-J, 2002). Y para un integrante del pueblo Nasa, el suelo constituye el medio de soporte, fuente de vida y resistencia colectiva, que, de acuerdo al cuidado, el mantenimiento y la retribución de nutrientes han sido posibles mediante la práctica de técnicas culturales en la agricultura. Pues integran una variedad de creencias asociadas a la preparación de suelos, los sistemas de policultivos, la regulación de organismos y el control de plagas y enfermedades, como medios de preservar la salud del suelo y sus cultivos.

Calidad del suelo.

La calidad del suelo es definida por la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo como la capacidad específica para desempeñar actividades de sostenimiento y productividad animal y vegetal, manteniendo la calidad de sus componentes: agua, aire y soportando la salud y vivienda humana. La calidad del medio edáfico, las propiedades físicas y químicas se relacionan entre sí como un reservorio dinámico en el ciclo de elementos químicos con las propiedades microbiológicas del suelo en sus procesos de mineralización, descomposición y retribución de nutrientes (Jaramillo-J, 2002).. Para un agricultor Nasa, un suelo sano corresponde a un área de producción, en donde hay posibilidades de sembrar semillas propias y combinadas que está destinadas a diferentes usos (alimentación, medicina y ornamentación) y finalmente reconocido como un espacio familiar que garantiza su medio de sobrevivencia.

Factores físicos y químicos del suelo.

Involucra la determinación y cuantificación de sustancias orgánicas e inorgánicas del medio edáfico, las cuales interfieren en las fases de formación y desarrollo del perfil del suelo desde su génesis hasta su etapa final. La importancia de la caracterización de los componentes químicos se centra en la posibilidad de explicar procesos específicos de formación, desarrollo y cambios efectuados durante la evolución edáfica (IGAC, 1995). A continuación, se reseña los principales componentes que comprenden la caracterización química:

- Grado de acidez o pH: Las relaciones de acidez y basicidad influyen en las características químicas, físicas y biológicas del suelo. La acidez del suelo depende del hidrógeno (H) ionizable, aluminio (Al) disociable, iones de hierro (Fe) y manganeso (Mg) en equilibrio con los compuestos edáficos. Y se clasifican según este criterio en los siguientes tipos: acidez activa (presencia de iones de H de la solución del suelo), acidez intercambiable (iones de Al e H intercambiables con una sal neutra), acidez no intercambiable (iones de $\text{Al}(\text{OH})^{+2}$, el H unido a la materia orgánica y grupos Si-OH y acidez total de las arcillas (Sánchez, 2009), (IGAC, 1995).
- Capacidad de Intercambio Catiónico: Una parte de los componentes de la fase sólida del suelo retienen moléculas o iones permanentemente, procesos reversibles y los diferentes iones se retienen e intercambian en cantidades equivalentes, denominado cambio iónico. Y definido como un proceso reversible a través del cual son cambiados cationes y aniones entre dos fases; líquida y sólida. De acuerdo con ello, los componentes del suelo determinan el cambio en tres grupos: matriz inorgánica, orgánica y complejo inorgánico-orgánico

- **Carbón orgánico:** Corresponde a los residuos orgánicos en el suelo que son descompuestos por actividad biológica, en donde los procesos de mineralización y biodegradación liberan minerales y gaseosos (amoníaco-NH₃, nitrato-NO₃, hidrógeno-H, dióxido de carbono-CO₂) generando complejos húmicos disponibles para la acción microbiana del suelo (IGAC, 1995).
- **Materia orgánica:** Constituyen los desechos orgánicos fijados por medio de la fotosíntesis en las plantas, que incluyen micro y macro-organismos, tienen su origen en los diversos tipos de cobertura, zonas de vida y formaciones vegetales. La producción de biomasa de los ecosistemas se asocia con las variables de precipitación, humedad, evapotranspiración y temperatura, que por acción de la micro-biota es descompuesta. Los componentes de la materia orgánica incluyen hemicelulosa, celulosa, lignina, azúcares, almidones, proteínas, pectina, mucílago, gomas, grasas y ceras (IGAC, 1995).
- **Nitrógeno total:** Uno de los compuestos más importantes presentes en la naturaleza para la nutrición de las plantas. Es asimilada en forma catiónica de amonio NH₄⁺ o aniónica de nitrato NO₃⁻, o asimilada directamente desde su forma inorgánica.
- **Fósforo disponible:** Macronutriente presente en el suelo en donde la solubilización y la absorción del fósforo por las plantas puede ser favorecida por la presencia de ciertas bacterias en la rizosfera.

Factores biológicos del suelo

Los organismos del suelo encargados de la transformación de biomasa y reciclaje de nutrientes son importantes de considerar en la correlación bio-edáfica con el propósito de evaluar la disposición y comportamiento de las poblaciones bióticas. Las diferencias se marcan en su

estructura y función, donde las poblaciones de microorganismos constituyen hongos y bacterias, los protozoarios que se relacionan con sus hábitos alimenticios. Y finalmente la composición meso y macro faunística del suelo.

- **Macrofauna del suelo:** La acción recíproca de los organismos edáficos con la formación y desarrollo del suelo causan los principales cambios en las características fundamentales del mismo. Entre las contribuciones más significativas se encuentran la aireación y drenaje a través de los canales de desplazamiento que dejan a su paso. Los procesos de maceración, trituración e ingesta para su excreta de forma accesible en la transformación de compuestos nutritivos por acción de los microorganismos para plantas, permiten la formación de humus, la conservación y la fertilidad del suelo (Jaramillo-J, 2002).

El grupo de macro-organismos, formados por fauna superior a seis milímetros (6 mm), visibles a simple vista, destacan los grupos: anélidos que se refiere a las lombrices de tierra y artrópodos que integran los órdenes: Díptera (moscas), Coleóptera (cucarrones o escarabajos), Collémbola, Arachnida (arañas), Himenóptera (hormigas), Isóptera (termitas), Diplópoda (milpies) y Quilópoda (ciempiés); en los moluscos los principales son Helicoidea (caracoles) y Limacoidea (babosas) (insectos, arácnidos, miriápodos, crustáceos y vertebrados pequeños (Jaramillo-J, 2002).

La Cromatografía.

El origen etimológico de la palabra cromatografía deriva de dos partículas griegas; cromato- de *chrōma* que traduce *color* y –grafía de *gráphō* que significa *escribir*, dando a entender su significado literal a *escribir con colores*. El termino fue usado por primera vez por Mijaíl Tsweett, un botánico ruso que se enfocó en la separación de pigmentos vegetales (clorofilas) en columnas.

Se trata de una técnica metodológica física de separación de mezclas complejas que se puede aplicar en cualquier rama científica y que se basa en la velocidad de desplazamiento para identificar o determinar la cantidad de compuestos que forman las mezclas. A nivel general, dichas técnicas son muy variadas, sin embargo, todas incluyen una fase móvil que se trata de un líquido que arrastra la muestra y una fase estacionaria que es atravesada y separada de acuerdo a la velocidad de sus componentes (Restrepo & Pinheiro, 2011).

La cromatografía circula de Pfeiffer (CCP)

La CCP es un método diferencial de las pruebas convencionales de calidad del suelo, debido a que integra la información de los principales factores del suelo, los cuales corresponden a materia orgánica, minerales, proteínas y actividad microbiana. La información se representa de manera cualitativa y cuantitativa, diferenciando 4 partes del cromograma; zona central o de oxigenación, zona interna o mineral, zona intermedia o proteica y zona externa o de actividad microbiana. Además, permite la participación comunitaria en la comprensión de la calidad de suelos, fortalece la relación Nasa-Kiwe (persona-suelo) desde una demostración gráfica y didáctica. La metodología se basa en el uso de hidróxido de sodio (NaOH) al 1% en una muestra de suelo vivo para solubilizar las sustancias nitrogenadas de los microorganismos presentes. La cantidad de nitrógeno (N), amoníaco (NH_3), dióxido de nitrógeno (NO_2) y Nitrato (NO_3) reaccionan al ser expuestas sobre un papel filtro impregnado con nitrato de plata (AgNO_3), revelando colores y trayectos específicos. A mayor cantidad de sustancias nitrogenadas, mayor la composición anillar y la intensidad de colores, la variación se presenta de acuerdo a la presencia de oxígeno (oxidante) o azufre (reductor) antagónicos, que son liberados por los microorganismos presentes en el momento de la recolección de la muestra (Restrepo & Pinheiro, 2011).

ANTECEDENTES

El estudio edafológico se ha desarrollado con diversos métodos, de acuerdo a los intereses del investigador, como una metodología diferencial, la cromatografía circular de Pfeiffer (CCP) se ha desarrollado en el campo de la agricultura agroecológica, y la efectividad de sus resultados han sido contrastados en diferentes proyectos, Hernández y colaboradores en el 2021, a partir de su investigación titulada “*Patrones para estimar la fertilidad del suelo mediante la técnica de cromatografía de Pfeiffer*”, en el huerto la Tinaja, municipio de Namiquipa, Chihuahua, México, generaron modelos de predicción para la interpretación de los cromatogramas. El diseño se enfocó en el método cuantitativo, se tomaron 47 muestras de suelo al azar, a dos profundidades (0-30cm y 30-60cm), cada muestra fue analizada individualmente con pruebas físicas, químicas y cromatográficas. Los resultados se enfocaron en la correlación de nutrientes presentes (P, K⁺, Cu²⁺ y MO) y medida de las zonas del croma (ZC, ZI, ZIN y ZE) dando como resultado una relación lineal positiva, de manera que se concluye que los componentes de los cromatogramas interactúan con varios parámetros de fertilidad de suelo tomados en cuenta en el estudio; con alto grado de precisión se puede estimar el contenido de fósforo, potasio, cobre y materia orgánica y en débil grado de precisión se pueden encontrar tendencias para arena, calcio, magnesio, hierro, manganeso y zinc.

La investigación de nombre “*Valoración del estado del suelo en zona de bosque seco tropical mediante técnicas analíticas y cromatogramas*” (Aguirre et.al, 2019), se enfocó en la evaluación de tres usos del suelo: bosque-B, hortalizas-H y grama-G en un área del ecosistema de bosque seco del campus de la Universidad del Magdalena – Santa Marta, Colombia, el campus cuenta con 60 hectáreas (10 ha ocupadas por edificación con grama y un lago artificial, 17 ha pertenecientes a la zona del Centro de Servicios Agropecuarios con cultivos como las hortalizas y

3 ha dedicadas a la reserva forestal). Se realizó muestreo aleatorio estratificado, dividiendo en tres sitios formados según la homogeneidad del terreno, formados por cinco submuestras a dos profundidades (0 a 10 cm y 10 a 30 cm) con un total de 90 muestras. La medición de parámetros físicos y químicos se realizó en campo con ayuda de un multiparámetro y en laboratorio con otros implementos. Por otro lado, el test de cromatografía circular de Pfeiffer (CCP) se realizó siguiendo la metodología de Restrepo y Pinheiro (2011), teniendo en cuenta la descripción del color, formación de dientes e integración en 4 zonas del cromatograma. Y se concluye que la calidad y sostenibilidad del suelo dependen del uso del mismo, se evidencia que la pérdida de cobertura vegetal aumenta el deterioro del suelo y la cromatografía es una herramienta de diagnóstico complementaria para un análisis holístico.

El proyecto, *“La cromatografía de Pfeiffer como indicador agroecológico de la calidad del suelo en agroecosistemas”* desarrollada por Antunes de Melo y colaboradores en 2019 en el municipio de Solânea-PB, Brasil, se enfocó en la evaluación del uso de la cromatografía de Pfeiffer como indicador de calidad de suelo de cuatro agroecosistemas. La metodología se enfoca en la toma de muestras de campo en cuatro compostas de los 0 a 20 cm de cada área evaluada, se realiza los procesos analíticos de cromatografía con papel filtro circular y se hace el análisis de resultados dividiendo el cromograma por zonas y su enlace entre zonas y finalmente se establece una escala cromatográfica para determinar la fertilidad y estado del suelo. Los resultados obtenidos se detallan en la coloración e integración óptima de colores, determinado que el agroecosistema II posee la mejor calidad de suelo debido a un mayor tiempo en estado de transición. Por otro lado, demuestra la efectividad y facilidad de entendimiento de los cromatogramas en el entendimiento de calidad del suelo.

Garciano en 2018, desarrolló la investigación “*Evaluación de la salud del suelo por medio de la cromatografía de Pfeiffer: aspectos metodológicos y aplicaciones*” dentro de la Universidad estatal del Norte de Paraná con la finalidad de contribuir al desarrollo de parámetros metodológicos que permitan estandarizar la cromatografía de Pfeiffer, así como evaluar su uso como indicador de la calidad del suelo. En cuanto a los procedimientos metodológicos evaluada, se buscó preservar la sencillez y accesibilidad del procedimiento de Restrepo y Pinheiro (2011), con el fin de favorecer su reproducción en el campo por parte de los agricultores. Se procede con un análisis de observación visual, adicionalmente se evaluó la condición de humedad relativa del aire durante la extracción y el encendido durante el desarrollo de la imagen. Como conclusiones se tiene que se necesita un alto enfoque de observación, la aplicación de la metodología es óptima para conocer el estado de los suelos y sus aplicaciones facilitan el análisis integral.

El estudio de calidad de suelo mediante la cromatografía circular de Pfeiffer se ha desarrollado satisfactoriamente en diferentes países, sin embargo, en Colombia la implementación de esta metodología ha sido baja. La mayoría consisten en estudios de comparación entre el método cromatográfico como estilo innovador para el fortalecimiento de la química verde y los análisis físico-químicos convenciones. Estos contribuyen en la verificación de la efectividad de los análisis cromatográficos. Por otro lado, es importante mencionar que en cada uno de ellos relevaba la importancia de los análisis cualitativos, pero en ninguno se cuenta con la participación de la comunidad, el cual sería el factor diferencial y potencial de la presente investigación.

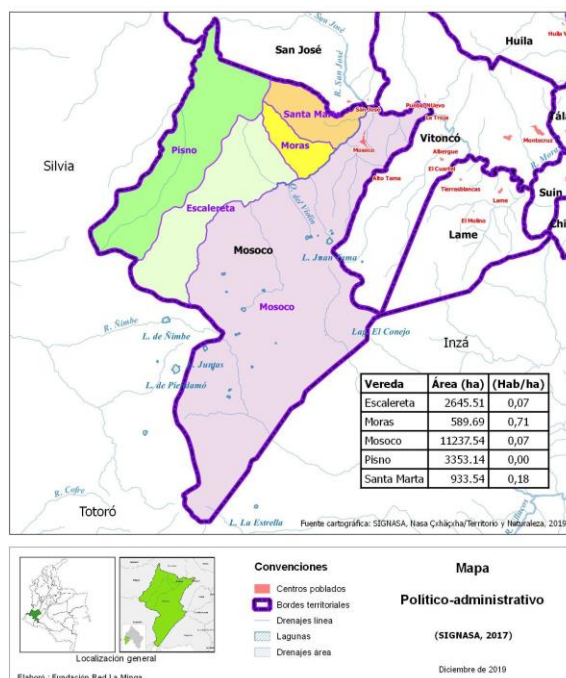
MARCO METODOLÓGICO

Matriz Marco Lógico

Objetivos	Métodos	Actividades	Medios de verificación
Identificar el manejo actual de los suelos en cultivos de romero (<i>Rosmarinus officinalis L.</i>) en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.	Entrevista grupal semiestructurada.	Planificación la entrevista. Aplicación de la entrevista. Análisis de conclusiones.	Consentimiento informado Fotografías Grabaciones Documento con análisis de entrevistas.
Analizar la composición cromatográfica en los suelos de cultivos de romero (<i>Rosmarinus officinalis L.</i>) en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.	Cromatografía circular de Pfeiffer (CCP)	Identificar ubicación de muestreo. Tomar muestras de suelos. Análisis de muestras. Revelar los cromatogramas.	Cromatogramas. Fotografías. Resultados del muestreo.
Reconocer el efecto de las prácticas de manejo del suelo mediante el análisis participativo de cromatogramas en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.	Grupos Focales	Análisis comunitario de los resultados obtenidos.	Informe de análisis. Fotografías. Listado de asistencia.

Área de Estudio

El resguardo indígena de Mosoco, se ubica en la zona Tierradentro del municipio de Páez, entre las coordenadas norte 798,800 y 781,850 y entre las coordenadas este 1'089,650 y 1'106,8004 en una extensión total de 19.775 hectáreas con 5 veredas asociadas (Mosoco centro, Chupadero, Gargantilla, Santa Marta, Moras y Escalereta). El componente edafológico comprende suelos de montaña de clima frío húmedo, entre los 2200-3200 m.s.n.m., zona de vida denominado Selva Andina según el Instituto Geológico Agustín Codazzi. Dentro del Plan de Vida Resguardo Indígena de Mosoco, actualizado en 2019, se identifican 45 tipos de cobertura diferentes, en donde sobresalen por cantidad de hectáreas; pastos y cultivos con 2533,12 ha, pastos limpios con 1112,94 ha y bosque denso alto con 1277,46 ha. Políticamente el cabildo está conformado por 25 integrantes legalmente constituidos, respaldado por la asamblea como máxima autoridad. El idioma materno es el Nasayuwe y como segundo idioma el Castellano. Los conocimientos y creencias especiales se comprenden en las prácticas que recogen el conocimiento cultural dirigidas al cuidado y protección de la naturaleza (Plan de Vida Resguardo Indígena de Mosoco, 2019).



Materiales y Métodos

Objetivo 1. Identificar el manejo actual de los suelos en cultivos de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) diferenciados por el uso de abonos en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.

Para lograr el primer objetivo, se realizarán 6 entrevistas grupales semiestructuradas, conformadas por el núcleo familiar Nasa, integrado por abuelos, padres, hijos y tíos según el plan de vida de Mosoco, 2019, con un promedio de 6 a 10 participantes por entrevista. Las preguntas serán dirigidas a identificar y valorar el conocimiento cultural, el manejo y el uso actual de los suelos y su cultivo de romero. Las herramientas utilizadas serán; grabadora, cámara fotográfica y listados de asistencia. Para desarrollar la entrevista semiestructurada se seguirán 4 actividades establecidas (Díaz et. al, 2013):

- I. Preparación: Consiste en la planificación la entrevista de acuerdo a los intereses del estudio, incluyendo la disposición para las citas con cada grupo.
- II. Apertura: Expresar la motivación por el desarrollo del proyecto, en donde se hace explícito, el consentimiento informado, la duración del estudio, los propósitos y posibles condiciones.
- III. Desarrollo: Es el intercambio de información y la identificación de los puntos de acuerdo.
- IV. Cierre: Fase final de la entrevista que consiste en hacer explícitas las conclusiones.

Objetivo 2. Analizar la composición cromatográfica en los suelos de cultivos de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.

Para el desarrollo del segundo objetivo, se hace necesario el desarrollo de tres fases, en la fase de campo, el diseño experimental será de tipo unifactorial, el factor corresponde al tipo de abono, tres tratamientos con su repetición, lo que corresponde a 6 cultivos de romero y la unidad experimental será la parcela de 200 m². Las variables de respuesta serán las zonas colorimétricas

del cromograma: zona central o de oxigenación, zona mineral, zona proteica y zona de actividad microbiana o enzimática (Tabla 1.). El recorrido a efectuar en la toma de muestra será en zig-zag. Se tomarán 10 muestras de 500 g, cada una compuesta por 5 sub-muestras, el total de muestras es de 60 unidades. Las muestras se tomarán en los primeros 20 cm de profundidad, donde se retirarán los dos primeros centímetros del suelo. Las muestras se almacenarán en bolsas herméticas de plástico con su respectiva rotulación (Jaramillo-J, 2002).

En fase de laboratorio, se seguirá la metodología de Restrepo & Pinheiro (2011), donde se preparará 10 g de la solución de Hidróxido de Sodio (NaOH) al 1% en 1000 ml de agua destilada, de los cuales 150 ml de solución serán usados por cada 5 g de muestra de suelo que se requiere analizar. Posteriormente se agregarán 0,5 g de Nitrato de Plata (AgNO_3) en 100 ml de agua destilada para sensibilizar el papel cromatográfico. Seguidamente se procederá con la preparación del papel filtro circular, se perforará un agujero de 2 mm en el centro del papel filtro y se marcarán a 4 y 6 cm de distancia como indicadores del límite de impregnación. Se harán pabilos de papel filtro número 4 de 2 x 2 cm para proceder con la impregnación por capilaridad. Primero la solución de AgNO_3 hasta los 4 cm marcados que actuará como fotorreactivo, después del secado inicia el corrido de la disolución de NaOH por una hora hasta la segunda marca (6 cm), se hará una réplica por cada muestra, el secado será con luz indirecta y finalmente se sellará el cromatograma con parafina para mejor expresión de color y forma.

La fase de análisis inicia de forma cualitativa con la interpretación de la “prueba del cromograma”, en donde se hace una descripción general de las 4 zonas del cromatograma (zona central (ZC), zona interna (ZI), zona intermedia (ZIN) y zona externa (ZE) (Restrepo & Pinheiro, 2011). Seguidamente, se adapta la metodología cuantitativa, donde se tiene en cuenta: número, ancho y

color de las diferentes zonas formadas, así como la regularidad o irregularidad de su forma, como se indica en la Tabla 1. (Mendieta-Mударra, 2011)

Tabla 1. Indicadores por zonas del cromatograma.

Indicadores	Zonas			
	Central o de Oxigenación	Mineral	Proteica	Actividad microbiana o enzimática
Color	Tabla Musell	Tabla Musell	Tabla Musell	Tabla Musell
Dimensión	cm	cm	cm	cm
Forma de las zonas*	Regular o Irregular	Regular o Irregular	Regular o Irregular	Regular o Irregular
Presencia de anillos**	Si o No	Si o No	Si o No	Si o No
Forma de radiación***	Semidentado o dentado	Semidentado o dentado	Semidentado o dentado	Semidentado o dentado
Número de radiación	Cantidad	Cantidad	Cantidad	Cantidad
* Forma de las zonas: Regular (1) o Irregular (2).				
** Presencia de anillos: Si (1) o No (2).				
*** Forma de la Radiación: Semi-dentado (1) o Dentado (2).				

Adaptado de (Mendieta-Mударra, 2011)

Los resultados serán almacenados en una base de datos del software IBM SPSS versión 25 para crear una matriz SPSS, se hará un análisis descriptivo exploratorio y un análisis de varianza con pruebas de comparaciones múltiples, finalizando con el contraste de los datos correspondientes a los tres tratamientos.

Objetivo 3. Reconocer el efecto de las prácticas de manejo del suelo mediante el análisis participativo de cromatogramas en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.

El último objetivo corresponde al reconocimiento del efecto de las prácticas de manejo del suelo mediante el análisis participativo, la técnica desarrollada fue la de grupos focales con la

participación de 28 personas, de las cuales 5 fueron agricultores y 23 jóvenes estudiantes de último grado de la Institución Educativa Juan Tama de Mosoco. Se organizaron 6 grupos y se dividió en 3 momentos; la apertura inició con la lectura del consentimiento informado para trabajo con comunidades y una socialización del tema a tratar. El desarrollo se grabó, se llevó a cabo mediante un trabajo práctico con cromatogramas por medio de comparaciones entre las muestras, teniendo como base ilustrativa el material de Restrepo y Pinheiro (2011) y según la metodología de Rodas-Pacheco y Pacheco-Salazar (2020), en la hoja de ruta se respondieron tres preguntas; “¿Cuántos cromatogramas buenos, regulares y malos hay?, ¿En qué estado se encuentra el suelo según su análisis? y ¿Qué recomendaciones sugiere para mejorar el suelo? Y el cierre que consistió en la transcripción del encuentro y análisis de respuestas mediante la metodología de Marín y colaboradores (2016)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Objetivo 1. Identificar el manejo actual de los suelos en cultivos de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) diferenciados por el uso de abonos en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.

Durante la primera fase de estudio, la interacción con la comunidad permitió conocer detalles de los cultivos, los cuales se basan en la memoria ancestral de la comunidad nasa y se dividen en 6 categorías (Tabla 2):

Primera categoría: Iniciativa y año de inicio.

El cultivo de la especie de romero (*R. officinalis L.*) fue una iniciativa de producción de plantas medicinales, la cual llevó a la agrupación de 25 comuneros del resguardo en la Asociación de Productores Agropecuarios del Resguardo Indígena de Mosoco (ASOPRAMOS). La conformación legal se realizó en el año 2017 e inmediatamente se trabajó en la búsqueda de recursos económicos. Según la charla con las familias, la asociación fue beneficiaria de una convocatoria internacional de la Fundación Populorum financiada por la Conferencia Episcopal Italiana. De manera que la inversión se enfocó en la compra de diferentes insumos agrícolas e industriales y las siembras de los cultivos se repartieron entre los años 2018 y 2019 en las 6 familias, 2 en el primer año y 4 en el segundo año con un promedio de 3000 plantas por agricultor.

Segunda categoría: Prácticas culturales (siembra y cosecha).

Las prácticas culturales de la comunidad en torno a la agricultura son de una amplia influencia en la cosmovisión indígena, según el plan de vida de Mosoco, (2019), cada una de las actividades agrícolas se relaciona con los ciclos cósmicos; siembras con la luna, época de lluvia o sol, afectación de insectos y abundancia en la cosecha.

El cultivo de romero se desarrolla desde ambientes de clima frío hasta templado, sus exigencias nutricionales no son elevadas, la densidad de plantación sugiere distancias de 45 x 45 cm, 50 x 50 cm y 70 x 60 cm (Bernal, 2014). En el resguardo, las plantaciones de romero se llevaron a cabo sin ninguna

especificación técnica, en el momento de la siembra no se tuvieron en cuenta ciclos lunares, se realizó la propagación por esqueje y semilleros antes de la siembra final. Las semillas son de origen local, vecinos y familias que en su tul contaban con una o dos plantas de romero para uso medicinal u ornamental. Se asegura que su uso se limitaba a los cuidados de la mujer, se desconocen los requerimientos y técnicas de cultivo.

En todas las entrevistas se reconocen las fases lunares adecuadas para la cosecha de romero, las cuales corresponden a luna llena y luna menguante, conocimiento que coincide con Flores-Martínez y colaboradores (2012), pues describen que el ciclo de luna llena es ideal para sembrar diferentes especies debido a un mejor desarrollo de las plantas por un alto movimiento de agua, generando un mayor beneficio. Según 5 de las entrevistas, los agricultores afirman que la cosecha en luna llena influye en una mayor densidad de hojas, por lo tanto, mucha más calidad y rendimiento del aceite esencial que en otra época; como la cosecha en luna menguante, que se conoce su contribución a un mejor crecimiento del romero después de la poda según dos de las entrevistas. Sin embargo, se reduce la implementación de esta práctica debido a la compra de personal externo al resguardo en cualquier momento, situaciones que hacen imposible tener en cuenta las fases lunares.

Tercera categoría: Control de vegetación invasora.

En la presente categoría se busca identificar las técnicas para el control de vegetación invasora, de acuerdo al Plan de vida de Mosoco (2019), el control del mismo en los diferentes cultivos se realiza de manera manual. Las 6 entrevistas afirman esta práctica, asegurando su efectividad, destacándose como una práctica cultural y atendiendo a una de las pocas recomendaciones que se dieron en el momento de la entrega de insumos.

Por otro lado, debido a la siembra sin las técnicas en la distancia entre plantas, se presentó el encuentro de raíces, lo que no permitió el crecimiento de la vegetación invasora, este evento causó

dificultades en el momento del corte debido a la densidad de ramificaciones que fueron dañadas en el momento del paso entre surcos.

Cuarta categoría: Uso de abonos para la planta.

El romero es un arbusto pequeño, ramificado y frondoso, es una planta leñosa y perenne de color verde brillante en el haz y blanquecino en el envés, las flores nacen de las axilas de las hojas en racimos de color azul (Bernal, 2014). Las exigencias nutricionales son bajas, sin embargo, es conveniente el suministro de nutrientes desde sus estadios iniciales hasta su etapa productiva, para garantizar un buen desarrollo de raíces y ramas. Según recomendaciones de Bonilla y Martínez (2010) es necesario la aplicación de fertilizantes foliares o complementos nutricionales altos en contenidos de elementos mayores (Nitrógeno, Fósforo y Potasio).

Las entrevistas arrojaron el uso de dos abonos como suplemento del cultivo de romero, el primero corresponde a Abonissa Compost, usado por los agricultores del tul 3 y 5, la segunda a un abono líquido fabricado de manera doméstica con la multiplicación de microorganismos de montaña, usado en el tul 1 y 6, finalmente los agricultores del tul 2 y 4 que no le agregaron ningún suplemento. Según la ficha técnica la Abonissa contribuye a la fertilidad del suelo debido a sus aportes de nitrógeno, en el crecimiento de las plantas por su contenido de triptófano y ácido indolacético y en la posibilidad de vida de microorganismos benéficos (Bernal, 2014). Atributos que según el agricultor del tul 3 son ciertos ya que se evidenció abundantes ramificaciones con mayor pigmentación en las hojas después del corte y cuando se dejó de aplicar las plantas tomaron coloración amarilla.

La aplicación de los microorganismos de montaña usado por dos de los agricultores se hizo de forma foliar después del corte con la intención de garantizar un mejor crecimiento de las ramificaciones. Con el uso del mismo, los agricultores aseguran que las plantas mejoraron en volumen de ramas, color y aspecto. En cuanto a los agricultores que no aplicaron ningún suplemento a sus cultivos de romero,

aseguran que sus desconocimientos frente al manejo del mismo fue el principal motivo por el que sólo se han enfocado en mantener el cultivo libre de hierba no deseada.

Quinta categoría: Rotación y asociación de cultivos.

La asociación de cultivos es una práctica propia de los pueblos indígenas de Latinoamérica, los diversos factores de la región como el clima, el suelo, la vegetación, las costumbres alimenticias, los intereses y destrezas del productor, definen la inclusión de un sinnúmero de plantas en el policultivo mixto (Ebel et al., 2017). De acuerdo al plan de vida de Mosoco, el tul nasa se caracteriza por un sistema desordenado de plantas de diversos usos y animales domésticos. La integración incluye árboles maderables en la cerca, árboles frutales que contribuyen con la sombra, leguminosas como fijadoras de nutrientes y plantas medicinales como controladoras de insectos.

En la presente investigación se evidencia que solo dos de los agricultores integran el cultivo de romero con otras plantas; el agricultor del tul 5 asocia el romero con medicinales (tomillo y orégano) y en el tul 1 se asocia con plantas alimenticias (maíz, haba, arveja). La rotación del cultivo de romero no es practicada en ningún caso, pero se tiene presente que la zona de cultivo actual fue usada con anterioridad para la siembra policultivos mixtos. Además, se reconoce la importancia de conservar la práctica de integración de cultivos, asegurando que es una forma de mantener viva la memoria de los abuelos.

Sexta categoría: Uso de suplementos edáficos.

En la presente categoría solo un agricultor participante afirma que la hierba descompuesta lo considera un suplemento al suelo. En este caso también se incluyen desechos de cocina que son almacenados entre surcos para su descomposición. Los conocimientos frente al uso de abonos, sean de tipo orgánico o químico en la mayoría son aplicados con intención de asegurar un complemento nutricional a la planta, por lo tanto, los tratamientos edáficos no son tenidos en cuenta.

Tabla 2. Resumen de las categorías de análisis.

Categoría	Tul 1. Jorge Bolaños	Tul 2. José Puchicué	Tul 3. Rigoberto Puchicué	Tul 4. Eduviges Basto	Tul 5. Edilberto Mulcué	Tul 6. Víctor Hurtado
Iniciativa y año de inicio.	-Un Proyecto de ASOPRAMOS - 2019	-Un proyecto de ASOPRAMOS. -2019	-Un proyecto de ASOPRAMOS. -2019	-Un proyecto de ASOPRAMOS. - 2018	- Fundación Populorum por la Conferencia Episcopal Italiana. -2018	-Un proyecto de ASOPRAMOS. -2019
Prácticas culturales (Siembra y cosecha).	- Semilleros - Cosecha en luna llena.	-Semilleros - Cosecha en luna menguante para el retoño.	-Semilleros -Cosecha en luna llena y menguante.	-Semilleros -Cosecha en luna llena.	-Semilleros -Cosecha en luna llena y menguante.	-Semilleros -Cosecha en luna llena y menguante.
Control de vegetación invasora.	- Deshierbe manual	- Deshierbe manual.	- Deshierbe manual.	- Deshierbe manual.	- Deshierbe manual.	- Deshierbe manual.
Uso de abonos para la planta.	-Microorganismos de montaña.	-Ninguna Aplicación	-Abonissa Compost	-Ninguna Aplicación	-Abonissa Compost	-Microorganismos de montaña.
Rotación y asociación del cultivo.	-Planta permanente -Asociación con arveja, haba, maíz.	-Planta permanente -Ninguna asociación.	-Planta permanente -Ninguna asociación.	-Planta permanente -Ninguna asociación.	-Planta permanente -Asociación con tomillo y orégano.	-Planta permanente -Ninguna asociación.
Uso de suplementos edáficos.	-Ninguno	-Ninguno	-Ninguno	- Ninguno	-Ninguno	-Ninguno

Objetivo 2. Analizar la composición cromatográfica en los suelos de cultivos de romero (*Rosmarinus officinalis L.*) en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.

El reconocimiento del terreno a muestrear, evidenció que las parcelaciones de romero se encuentran descuidadas debido a que hace 10 meses no hay compra de la materia prima, la mayoría de cultivos se encuentran con una alta cantidad de pasto. Las intenciones de los agricultores son arrancar las plántulas, sembrar en menor cantidad y mejorar la técnica. Las 60 muestras de suelos obtenidas se trasladaron hasta el laboratorio y de acuerdo a las indicaciones de Restrepo & Pinheiro, (2011) y Kokornaczyc et al. (2017), se obtuvieron 60 cromatogramas.

La prueba del croma se concentró en resaltar las características de las cuatro zonas, de manera que la descripción facilitó identificar el estado del suelo, los resultados se resumen en la figura 1, distribuyendo en color verde a los cromatogramas que presentaron todas las zonas visibles, radiación clara, coloración indicada y terminaciones dentadas; indicadores de actividad microbiológica adecuada, estructura y fertilidad del suelo apropiada, especificando de acuerdo con Salinas-Ovalle (2019) un suelo de buena calidad. En amarillo a aquellos que tuvieron como mínimo tres zonas visibles, radiación y colores adecuados en tres zonas, indicadores de suelos inestables, es decir de calidad regular, y en rojo a los cromatogramas con mala calidad del suelo ya que no presentaron zonas visibles ni radiación definida, terminaciones planas y colores oscuros; indicando mala fertilidad y poca actividad microbiana (Ford, et al, 2019).

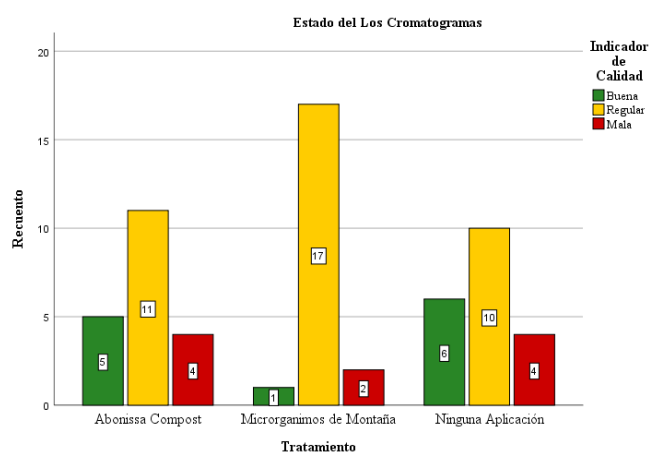


Figura 1. Indicador del estado de los suelos según el análisis descriptivo.

Tabla Munsell

La zona central (Figura 2a) presenta variedad de tonalidades amarillas, que se relacionan con el tono blanco cremoso indicado por Restrepo y Pinheiro, (2011), indicadores de suelos sin compactación y con óptima oxigenación, en el tratamiento abonissa compost. La coloración naranja-amarillo comprende tonos regulares para la oxigenación edáfica, sin embargo, corresponden a los valores más altos dentro de los tres tratamientos. Y los colores oscuros que incluyen café y gris, presentes en el

primer tratamiento definen maltrato por compactación, aplicación de agroquímicos y suelos descapotados (Nivia-Torres, 2017).

Los colores presentes en la zona interna (Figura 2b), se diversifican en los tres tratamientos, los cuales incluyen tonalidades café, amarillo y naranja, indicadores que Sánchez-Castro, (2012) interpreta como la presencia de una amplia variedad de minerales en el suelo, que se asocian a la actividad microbiológica y la nutrición vegetal. La zona intermedia (Figura 2c) cuenta con una amplia gama de colores que incluyen amarillo, café, naranja y oliva en tonos claros y oscuros, de los cuales estos últimos indican alta presencia de materia orgánica relacionada al contenido proteico del suelo (Garciano, 2018).

Y finalmente la Figura 2d, indicador de la actividad enzimática del suelo presenta coloraciones amarillas brillantes, las cuales se relacionan a las indicaciones de Restrepo y Pinheiro, (2011) con tonalidades doradas que enseñan sobre la disponibilidad de materia orgánica para la actividad microbiológica en los dos primeros tratamientos. Sin embargo, es importante observar la presencia de coloraciones oscuras como el café y negro que se presentan en los tres tratamientos, debido a la poca o ausencia total de actividad microbiana.

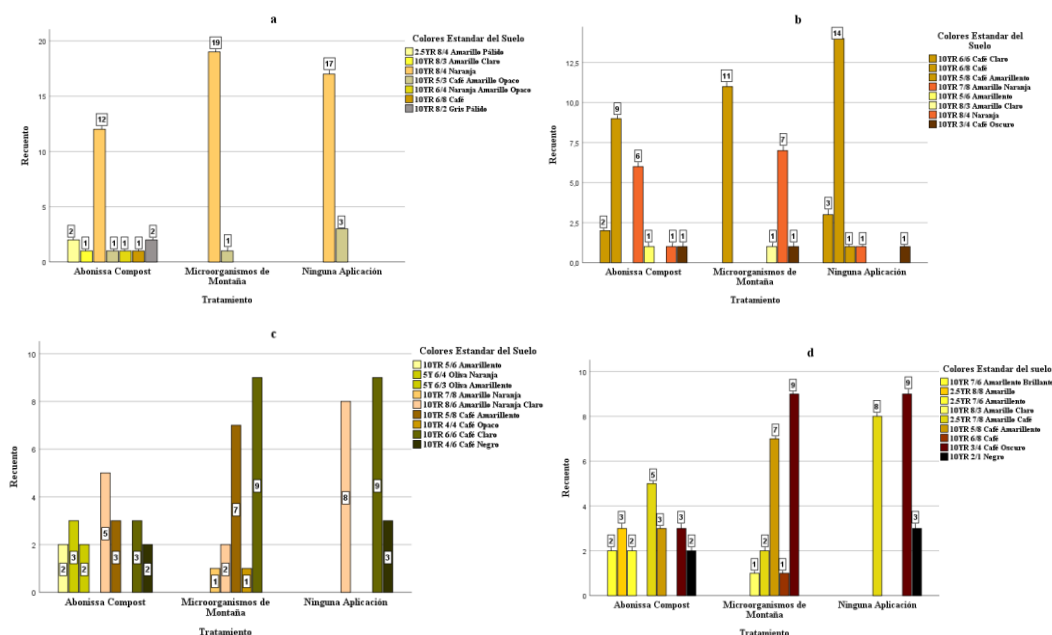


Figura 2. Coloración estándar de las cuatro zonas del cromatograma de acuerdo a la tabla Munsell.

Dimensión

Las dimensiones (Tabla 2), se obtuvieron trazando una cruz con intersección en el punto central del cromatograma, se procedió a medir el ancho de las zonas sobre cada línea y se obtuvieron 4 datos que indicaron un dato final como promedio. Los resultados se contrastan con el estudio de Hernández y colaboradores (2021), en donde resalta que las mayores dimensiones de la zona central se asocian a la disponibilidad de materia orgánica, indicando que el tratamiento de microorganismos de montaña con dimensión promedio de 2,3 cm cuenta con dicho beneficio en el suelo ya que hasta su valor mínimo es mayor en comparación a los otros dos tratamientos. La zona interna del tratamiento ninguna aplicación con un promedio de 2,6 cm es relacionada por Kokornaczyk y colaboradores (2016) con la disponibilidad de fósforo y por Hernández y colaboradores (2021) como un indicador de alto contenido de minerales en el que destacan al potasio y el cobre.

El tratamiento ninguna aplicación cuenta con una dimensión promedio de 1,6 cm en la zona intermedia, la diferencia con los otros tratamientos es mínima, indicando que en general el suelo presenta altos contenidos proteicos, reflejados según Aguirre y colaboradores (2019) con disponibilidad de manganeso, hierro y materia orgánica. Y finalmente el tratamiento con microorganismos de montaña en el suelo toma ventaja en la zona externa, con una magnitud promedio de 1,5 cm indica una amplia actividad enzimática que se asocia a las propiedades del abono orgánico y una posible respuesta a la disponibilidad de materia orgánica que indican las dimensiones de la zona central (Hernández et al. 2021).

Tabla 2. Análisis estadístico de dimensiones por cada zona del cromatograma.

Tratamiento I Abonissa Compost				
Zonas	Zona Central (cm)	Zona Interna (cm)	Zona Intermedia (cm)	Zona Externa (cm)
Mínimo	0,8	0,0	0,5	0,3
Máximo	3,7	3,6	2,4	1,9
Promedio	1,6	2,5	1,4	1,3

Tratamiento II Microorganismos de Montaña				
Mínimo	1,1	0,0	0,6	0,9
Máximo	4,0	3,0	2,5	2,1
Promedio	2,3	1,6	1,5	1,5

Tratamiento III Ninguna Aplicación				
Mínimo	0,5	1,0	0,5	0,0
Máximo	2,5	3,8	2,6	2,1
Promedio	1,2	2,6	1,6	1,4

Forma de las zonas.

En esta variable se tiene en cuenta que Restrepo y Pinheiro (2011) determinan que la calidad de suelo es evidente con la formación regular de todas las partes de un cromatograma, en este caso los valores son variados. Resaltaron 13 y 17 formaciones regulares en las zonas central y mineral respectivamente del tratamiento ninguna aplicación (Figura 3a, 4b), mientras que el tratamiento de microorganismos de montaña tuvo las más altas formaciones regulares en las zonas proteica con 18 y enzimática con 13 formaciones. Sin embargo, se tiene presente que los resultados pueden ser causados por la inadecuada manipulación del papel filtro en el momento de revelar el cromatograma.

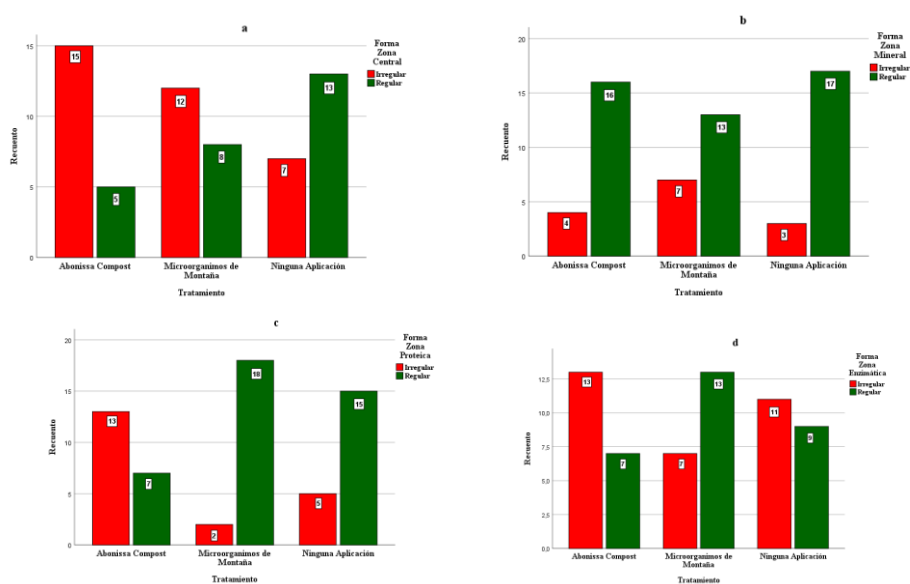


Figura 3. Formación de todas las zonas de un cromatograma en cada tratamiento.

Presencia de anillos

La presencia de anillos en los cromatogramas facilita la observación y la diferencia de las zonas, en este caso es importante mencionar que el tratamiento ninguna aplicación corresponde a la prueba con un total de anillos igual a 15, en las zonas central, mineral y enzimática (Figura 4a, 4b y 4d), mientras que la presencia de anillos de la zona proteica es igual a 17 formaciones en el tratamiento de microorganismos de montaña (Figura 4c). Según Restrepo y Pinheiro (2011) y Sánchez-Castro (2012) la presencia de anillos se presenta solo en suelos de alta fertilidad, indicando que, en términos generales, todas las pruebas cuentan con suelos fértiles ya que las 4 zonas de los 3 tratamientos presentan un porcentaje superior al 50% en la presencia de anillos.

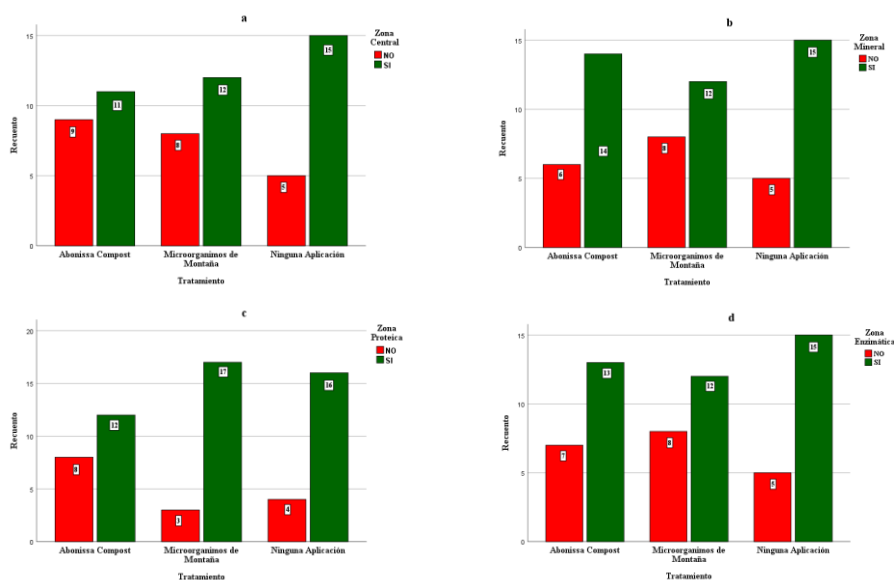


Figura 4. Formación de anillos en los cromatogramas de los tres tratamientos.

Forma de radiales

Las terminaciones de los radiales se diferencian en dentadas como resultado positivo y semidentado como negativo en cada zona, en este caso, la zona central cuenta 12 formaciones dentadas en el tratamiento ninguna aplicación (Figura 5a), mientras que el tratamiento Abonissa compost tiene 18 y 14 terminaciones radiales de forma dentada en las zonas mineral y proteica (Figura 5b y 5c) y la

zona enzimática tiene 15 formaciones radiales en forma dentada en el tratamiento microorganismos de montaña (Figura 5d). Las indicaciones de las formaciones positivas mencionadas reflejan la diversidad microbiológica del suelo en los tres tratamientos (Restrepo y Pinheiro, 2011)

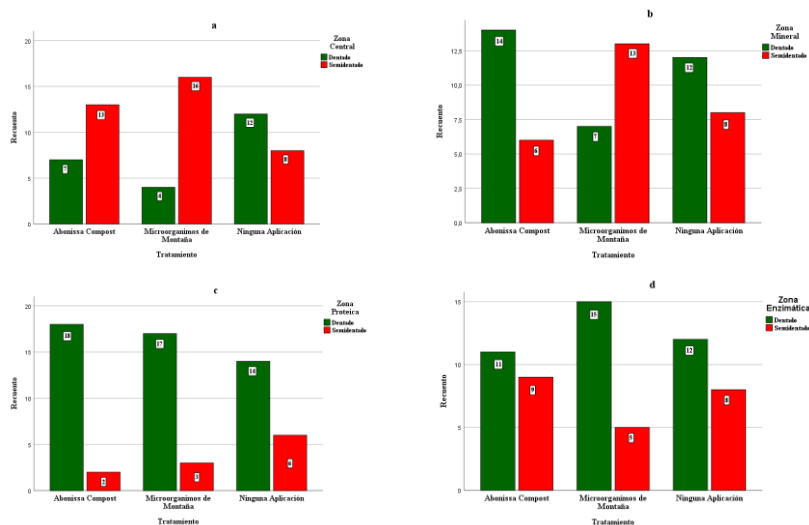


Figura 5. Formación de radiales en los cromatogramas de los tres tratamientos.

Número de radiales.

Para este caso, se pasan todas las imágenes a negativo con la finalidad de facilitar el conteo de radiales y tener una mejor observación de la formación de radiales desde el núcleo del cromatograma (Figura 6).

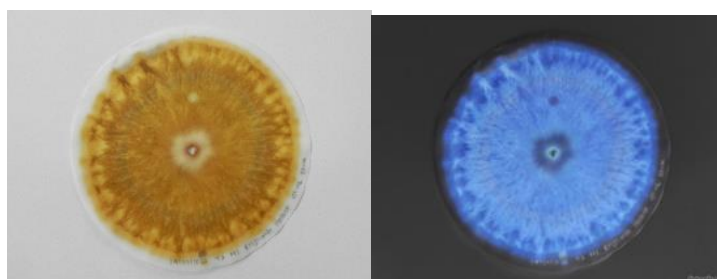


Figura 6. Fotografía de cromatograma en negativo.

Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 3, la cual determina que el menor promedio de radiales es igual a 41, se encuentran en el tratamiento microorganismos de montaña y el mayor promedio igual a 48 en el tratamiento ninguna aplicación. De acuerdo a los resultados de Hernández y

colaboradores (2021) la variable de disponibilidad de calcio se relaciona con la menor cantidad de radiales presentes en los cromatogramas, indicando que la prueba de microorganismos de montaña presenta mayor disponibilidad de calcio, propio de suelos con alta fertilidad.

Tabla 3. Análisis estadístico del número de radiales en los cromatogramas.
Table 3. Statistical analysis of the number of radials in the chromatograms.

Tratamiento	Abonissa Compost	Microorganismos de Montaña	Ninguna Aplicación
Mínimo	20	25	38
Máximo	58	54	69
Promedio	44,9	41,3	48,6

Objetivo 3. Reconocer el efecto de las prácticas de manejo del suelo mediante el análisis participativo de cromatogramas en el resguardo de Mosoco, municipio de Páez, Cauca.

El objetivo final de la investigación correspondiente al análisis participativo inició con la socialización del objetivo de la investigación, resaltando la participación inicial de los agricultores, las conclusiones principales enfocadas al manejo de los suelos y técnicas rápidas de análisis de cromatogramas, teniendo en cuenta el color de las zonas y la formación de las radiaciones (Restrepo y Pinheiro, 2011). De acuerdo a la categoría uso de abonos para la planta, correspondiente a la característica diferencial en el estudio, cada agricultor lideró un grupo, para analizar diez cromatogramas de su tul.

El segundo paso se desarrolló según la metodología de Rodas-Pacheco y Pacheco-Salazar (2020), las respuestas a la primera y segunda pregunta fueron; el primer grupo, encargado de las muestras de suelo tratadas con Abonissa compost identificó cuatro cromatogramas buenos, cuatro regulares, dos malos y establecieron el estado del suelo como regular, el segundo grupo encargado del mismo tratamiento identificó cuatro cromatogramas buenos, tres regulares y tres malos, definiéndolo como suelo regular. El tercer grupo con muestras de suelos tratados con Microorganismos de montaña

no identificó muestras buenas, seis fueron marcadas como regulares y 4 como malas, concluyendo que el estado del suelo es malo, el cuarto grupo seleccionó 4 cromatogramas buenos, tres regulares y cuatro malos afirmando que el estado del suelo es regular para los suelos tratados con microorganismos. El quinto grupo encardado del tratamiento control, ninguna aplicación identificó cinco cromatogramas buenos, tres regulares y dos malos, definiéndolo como suelo bueno y el sexto grupo con el mismo tratamiento control encontró cinco cromatogramas buenos, dos regulares y 3 malos, determinando que el estado del suelo es bueno.

La justificación de los participantes a las respuestas anteriores se basó en dos criterios específicos; la formación de la zona central y la diversidad de colores café claro de las zonas mineral, proteica y enzimática (Restrepo y Pinheiro, 2011). Las respuestas a la tercera pregunta, se obtuvieron de los agricultores del tratamiento ninguna aplicación, pues determinaron que sus suelos se encuentran en buen estado; mencionando la necesidad de la presencia de árboles que cubran el suelo de los cambios bruscos de las temporadas de sol y lluvia de la zona. El uso de maquinaria pesada correspondiente al tractor también puede ser una causa de la compactación del suelo, sugiere uno de los agricultores del tratamiento de microorganismos de montaña, pues hablando desde una experiencia personal, el uso de esta máquina en el tul generó que el suelo se endureciera, lo cual se podría asociar a la coloración café oscuro en la mayoría de cromas, indicador de saturación de materia orgánica (Restrepo y Pinheiro, 2011).

CONCLUSIONES

El cultivo de romero nace como una propuesta que busca la generación de recursos económicos para la familia. Con la materialización del proyecto, la siembra de romero se intensificó, sin embargo, como asociación ASOPRAMOS, la transformación de la materia prima total generada en el resguardo es imposible debido a la falta de mercadeo del aceite. Se concluye que las prácticas agrícolas en torno al cultivo de romero se limitan sólo al conocimiento de la época óptima de cosecha (luna llena) a la práctica del deshierbe manual, y la asociación por temporadas con cultivos como el maíz, haba, arveja, tomillo y orégano en dos de los seis cultivos entrevistados. No hay conocimiento de la siembra de romero de acuerdo a fases lunares y la cosecha según la fase lunar nunca se practica debido a la falta de coordinación entre el vendedor y el comprador externo. La variación más evidente dentro del manejo de romero se presenta en la cuarta categoría: Uso de abonos para la planta. Los resultados llevan a determinar que el factor diferencial para los tratamientos serán tres, 1. Abonissa compost, 2. Microorganismos de montaña y 3. Ningún suplemento, como control del experimento.

El tratamiento de microorganismos de montaña presenta sólo dos de mala calidad según el análisis descriptivo, lo cual se asocia con la presencia de cultivos integrados (maíz haba, arveja, tomillo y orégano). La adición del suplemento edáfico facilita el desarrollo de microorganismos, lo cual se refleja en los resultados positivos de la coloración en la mayoría zonas según el análisis de colores con la tabla Munsell, además las dimensiones de la zona central se destacan en el mismo tratamiento, asociando la disponibilidad de materia orgánica y toma ventaja en la zona externa, pues su alta magnitud indica una amplia actividad enzimática que se asocia a las propiedades del abono orgánico y una posible respuesta a la disponibilidad de materia orgánica.

Las sugerencias establecidas por los agricultores, indicaron que el método de la CCP es una herramienta óptima para el entendimiento del estado de los suelos, ya que la ilustración de las zonas de cromatograma permitió la comparación entre los 6 tul. Indicando que es importante la presencia de árboles para evitar que los suelos descapotados sean afectados por los cambios bruscos de las temporadas de sol y lluvia del resguardo. Teniendo en cuenta la zona central del cromatograma como la más fácil de diferenciar, se indicó que el uso del tractor en el tul puede ser una de las principales causas de compactación en el suelo, pues tratándose de una experiencia personal, el uso de esta máquina en el tul generó que el suelo se endureciera y lo se asocia a la coloración café oscuro en la mayoría de cromas en un tul tratado con microorganismos de monta.

AGRADECIMIENTOS

Al Sistema de Investigación, Desarrollo e Investigación (SIDI) de la Fundación Universitaria de Popayán (FUP) por la financiación del proyecto, al grupo ASOPRAMOS por permitir el desarrollo de la investigación y al semillero de investigación Eco ancestral, etno y agroecologías (FUP) por el acompañamiento en la etapa de laboratorio.

A mi familia, amigos, docentes y todos aquellos que un día creyeron en mi...

DEDICATORIA

Dedicado a papá Javier Tenorio, mamá Gloria Hurtado y hermanos Rosalia y Philipe, con todo mi amor. Porque su esfuerzo, apoyo y cariño ahora se refleja en este grande paso en mi vida.

BILIOGRAFÍA

- Aguirre, S. E., Piraneque, N. V., & Díaz, C. J. (2019). Valuation of Soil State in Dry Tropical Forest Zone by Analytical Techniques and Chromatograms. *Información tecnológica*, 30(6), 337-350. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600337>
- Bernal A. (2014). Evaluación del enraizamiento de esquejes de dos cultivares de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) Crespo e Israeli. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas. Universidad Militar Nueva Granada. 119 p.
- Bonilla, C. y Martínez, F. (2010). Romero (*Rosmarinus officinalis* L.) Producción y manejo poscosecha. Corredor Tecnológico Agroindustrial. Cámara de Comercio de Bogotá. Colombia. 102 p.
- Chacón, M. (2009). Cromatografía de suelos. Campesinos con la gestión y manejo de la fertilidad de su suelo en sus manos. Agroambiente soluciones S.A. Costa Rica. 24 p.
- Cycoń, M.; Piotrowska-Seget, Z.; y Kozdrój, J. (2010) Responses indigenous microorganisms to a fungicidal mixture of mancozeb and dimethomorph added to sandy soil. *Intern. Biodeter. Biodegrad.* 64:316 - 323.
- Cardona, J.O. y Barrientos, J.C. (2011). Producción, uso y comercialización de especies aromáticas en la región Sumapaz, Cundinamarca. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 5 (1), 114-129 p.
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M., & Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación En Educación Médica*, 2(7), 162–167. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/265211491_La_entrevista_recurso_flexible_y_dinamico.

- Ebel, R., Pozas-Cárdenas, J. G. Soria-Miranda, F., & Cruz-González, J. (2017). Manejo orgánico de la milpa: rendimiento de maíz, frijol y calabaza en monocultivo y policultivo. *Terra Latinoamericana*, 35(2), 149-160. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792017000200149&lng=es&tlng=es.
- Flores-Martínez, L. Meléndez-Mejía, F. Luna-Bello, G. y Gonsález-Laso, E. (2012). Influencia de las fases lunares sobre el rendimiento del maíz (*Zea mays* variedad NB6). *Ciencia e interculturalidad*, Volumen 10, Año 5, No. 1.
- Ford, B., Cook, B., Tunbridge, D., and Tilbrook, P. (2019). Using paper chromatography for assessing soil health in southwestern Australia. Centre of Excellence in Natural Resource Management, University of Western Australia.
- Garciano, I. (2018). Avaliação da saúde do solo por meio da cromatografia de pfeiffer: aspectos metodológicos e aplicações. Universidade Estadual Do Norte Do Paraná. Brarasil.
- Hernández-Rodríguez, A., Ochoa-Rodríguez, B., Ojeda-Barrios, D., Jiménez-Castro, J., Sánchez-Rosales, R., Rodríguez-Roque, M. J. y Sánchez-Chávez, E. (2021). Patrones para estimar la fertilidad del suelo mediante la técnica de cromatografía de Pfeiffer. *Terra Latinoamericana* 39: 1-12. e844. <https://doi.org/10.28940/terrav39i0.844>
- Jaramillo-J, D. F. (2002). Introducción a la ciencia del suelo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Medellín.
- Kokornaczyk, M. O., F. Primavera, R. Luneia, S. Baumgartner, and L. Betti. (2016). Analysis of soils by means of Pfeiffer's circular chromatography test and comparison to chemical analysis results. *Biol. Agric. Hortic.* 33: 143-157.

- Marín, L. Hernández, R. Flores, J. (2016). Metodología para el análisis de datos cualitativos en investigaciones orientadas al aprovechamiento de fuentes renovables de energía. KOINONIA. Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Educación, Turismo, Ciencias Sociales y Económica, Ciencias del Agro y Mar y Ciencias Exactas y Aplicadas. Año I. Vol I. N°1.
- Medina-Saavedra, T. Arroyo-Figueroa, G. & Peña-Caballero, Vi. (2018). Cromatografía de Pfaiffer en el análisis de suelos de sistemas productivos. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 9(3), 665-673. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1223>
- Mendieta-Mudarra, E. (2011). Técnicas de diagnóstico de la fertilidad del suelo en el cultivo de cacao orgánico. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Agronomía. Tingo María. Perú.
- Montoya ML, Restrepo FM, Moreno N, Mejía PA. (2013). Impacto del manejo de agroquímicos, parte alta de la microcuenca Chorro Hondo, Marinilla, 2011. Rev. Fac. Nac. Salud Pública; 32(2): 26-35
- Nivia-Torres, I. N. (2017). Análisis del uso de la cromatografía como herramienta cualitativa de diagnóstico de la fertilidad del suelo en sistemas de producción agrícola. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Mosquera, Bogotá, Colombia.
- Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011). Cromatografía. Imágenes de vida y destrucción del suelo. Cali, Colombia: Feriva.
- Rodas-Pacheco, F. D., Pacheco-Salazar, V. G. (2020). Grupos Focales: Marco de Referencia para su Implementación. INNOVA Research Journal, ISSN 2477-9024 DOI: <https://doi.org/10.33890/innova.v5.n3.2020.1401>

- Sánchez-Castro, Y. (2012). Cromatografía y técnicas de análisis físicos, químicos y biológicos en la fertilidad del suelo en diferentes sistemas de uso, centro poblado Bella- Tingo María. Tesis de pregrado. Universidad nacional agraria de la selva.
- Salinas-Ovalle, J. A. (2019). Procesamiento de imágenes de cromatografías de suelos enfocado a la interpretación de patrones de dispersión del color y su asociación con cualidades del suelo. Tesis de pregrado. Universidad de Cundinamarca, Colombia.
- Solorza-Bejarano, J. (Ed.). (2018). Ecología y cambio climático en ecosistemas de alta montaña en Colombia. Bogotá D.C., Colombia: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis. 68 p.
- Plan De Vida Resguardo Indígena De Mosoco Municipio De Páez (Belalcázar), (2019). Resguardo Indígena de Mosoco.
- Velasco, M.V. (2012). Fxi´zsawe´sx tul. Plantas y saberes. Asociación de Cabildos Nasa çhaxha. 1º Edición